

УДК 622.432.24

В. А. Меркулова, канд. техн. наук, **В. П. Оницин**, д-р техн. наук

*Санкт-Петербургский государственный горный институт им. Г.В. Плеханова
(технический университет), Россия*

ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ ЛЕГКОСПЛАВНЫХ БУРИЛЬНЫХ ТРУБ ДЛЯ КОМПЛЕКСОВ ССК

Drilling with SSK system is currently being implemented with drill pipes made of steel. This paper describes the option of SSK drilling with light alloy drill pipes.

В практике буровых работ легкосплавные бурильные трубы (ЛБТ) часто используют при проходке неглубоких (до 100 м) геологоразведочных скважин на твердые полезные ископаемые и строительстве скважин на нефть и газ глубиной 4000 – 7000 м. Использовались ЛБТ и при бурении Кольской сверхглубокой скважины СГ-3 установкой «Уралмаш - 15000».

К 1990 г. в 26 странах мира применяли более 1,5 млн. м ЛБТ различного типоразмера [1].

По сравнению со стальной колонной бурильных труб (СБТ) ЛБТ имеет следующие основные преимущества

- кратно увеличивает глубину скважин при бурении установками, рассчитанными на применение СБТ;
- повышает точность изготовления труб;
- исключает разрушение бурильных труб от коррозионной усталости;
- сокращает количество поломок колонн при бурении и проведении СПО;
- облегчает проводку наклонно-направленных скважин;
- уменьшает энергоемкость бурового процесса;
- сокращает транспортные расходы при перевозке бурового инструмента, особенно в труднодоступные районы работ;
- снижает стоимость буровых работ и т.д.

Несмотря на очевидные преимущества ЛБТ, применяют один метод геологоразведочного бурения – комплексами ССК, при котором ЛБТ не используют. Подобное обстоятельство не случайно. Бурильная колонна ССК имеет следующие специфические особенности, затрудняющих применение ЛБТ: упрочненную термообработкой наружную поверхность бурильных труб вследствие повышенного абразивного износа, связанного с незначительной (1,5 – 3,0 мм) зазором «бурильная труба-скважина», а также ввиду захвата труб плашками трубодержателя ТР2 – 12,5 при проведении СПО; гладкоствольность бурильных труб по наружному и внутреннему диаметрам, высокую чистоту поверхности, точность изготовления по геометрическим параметрам включая прямолинейность, овальность и разностенность, что обеспечивает высокоскоростной, безвибрационный режим бурения и беспрепятственное перемещение съемного керноприемника по внутреннему каналу бурильных труб; слабokonическое, трапецеидального двухупорное резьбовое соединение труб повышенной прочности и герметичности, что не присутствует в ЛБТ.

В течение нескольких лет в ВИТРе на основании исследований в области выносливости материалов разрабатывали методику расчета резьбовых соединений бурильных труб с учетом распределения нагрузки по виткам. В результате была создана методика, позволяющая по величине эквивалентных напряжений (коэффициенту запаса прочности по отношению к пределу текучести материала труб) судить о соответствии данной конструкции соединения определенным (выбранным) условиям нагружения.

В основу создания методики был положен метод (теория формоизменения) сведения всех видов напряжения из сложного трехосного в эквивалентное одноосное и постоянное. При таком расчете, возможно, получить прямую зависимость прочности соединения от определенного фактора. Разработанная методика предназначена для проведения многовариантных расчетов, при которых ряд исходных параметров (условия бурения – зазоры в скважине, крутящие моменты, глубина скважины, количества оборотов бурового снаряда и др.) задается несколькими числами.

Для определения области возможного применения бурильных колонн трех размеров ССК-46, ССК-59 и ССК-76 – провели соответствующий расчет, для которого значения крутящего момента брали из табл. 1.

Таблица 1

Расчетный крутящий момент, кгс·м	Значение для труб к снарядам ССК типоразмера		
	ССК-46	ССК-59	ССК-76
при свинчивании (затягивании) соединения	30	40	72
при разворачивании (страгивании) соединения	60	80	140

Предельные глубины скважин задавались до 2100 м, скорость вращения бурового снаряда – до 1500 об/мин, зазоры между бурильной колонной и скважиной – до 30 мм.

Результаты анализа полученных при расчете данных, позволили сделать следующие общие выводы: для изготовления резьбовых соединений бурильных труб ССК следует применять материалы (сталь) с пределом текучести не менее 55 кгс/мм².

Техническая характеристика бурильных труб ССК приведена в табл. 2 [2].

Таблица 2. Техническая характеристика бурильных труб ССК, мм

Показатели	ССК-46	ССК-59	ССК-76
Диаметр скважин, в которых применяются бурильные колонны ССК	46	59	76
Наружный диаметр труб D	43	55	70
Внутренний диаметр труб d	33,4±0,15	45,4±0,20	60,4±0,25
Толщина стенки труб δ	4,8±0,2	4,8±0,2	4,8±0,2
Допуск прямолинейности (изогнутость) труб на длине 1 м, не более	0,3	0,3	0,3 (0,4)
Тип резьбового соединения труб	«Труба в трубу», специальное, двухупорное		
Тип резьбы	Слабоконическая (1:32), трапецеидальная		
Шаг резьбы	6	8	8
Высота профиля резьбы	0,75	0,9	0,9
Расстояние между упорными поверхностями резьбы l	31,639±0,05	41,533±0,05	41,533±0,05
Условная длина резьбы l_1	32	42	42
Длина резьбы с полным профилем l_2 , не менее	28	38	38
Длина труб L^{+50}_{-100}	3000	3000;4500	3000;4500
Масса 1 м бурильной колонны, кг	4,52	5,94	7,72

Бурильные трубы ССК изготавливаются из хромоникелемолибденовой стали марки 38ХНМ со следующими механическими свойствами (не ниже):

Предел прочности при разрыве, кгс/мм ²	75
Предел текучести, кгс/мм ²	55
Относительное удлинение, %.....	12

Трубы свинчиваются между собой «труба в трубу» без дополнительных соединительных элементов. При свинчивании контакт осуществляется по поверхности наружного диаметра резьбы (за счет конусности резьбы) и двум упорам – торцам и уступам: за счет высокоточного расстояния между упорными поверхностями резьбовых соединений с высокой точностью и малым недорезам резьбы. Разница между условной длиной резьбы l_1 и длиной резьбы с полным профилем l_2 не должна превышать 4 мм.

Несмотря на изложенную специфику бурильных труб ССК, нельзя исключать возможность их изготовления из легкосплавных материалов D16T или 1953T1.

Согласно стандарту все выпускаемые ЛБТ для бурения скважин на нефть и газ подразделяются по форме сечения на две группы [1]: с внутренними концевыми утолщениями (законцовками) – ТБ; с внутренними концевыми утолщениями (законцовками) и протекторными утолщениями – ТБП, рис. 1

Для ССК применять ТБ (рис. 1, а) нежелательно, поскольку они нарушают принцип гладкоствольности колонны, а ТБП (рис. 1, б) – невозможно вследствие того, что величина зазора «бурильные трубы-скважины» регламентирован для каждого типоразмера ССК по минимальному значению.

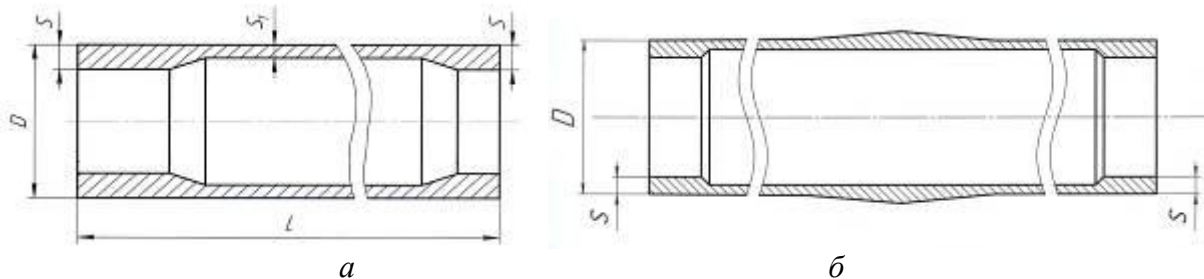


Рис. 1 Схемы трубных заготовок ЛБТ
а – типа ТБ; б – типа ТБП

В ЗАО «Акватик» (Россия) разработали конструкцию легкосплавных бурильных труб равнопроходного сечения, со стальными резьбовыми наконечниками на концах. При исключении из их производства операции по наружной высадке они могут служить основой для изготовления легкосплавных бурильных труб типа ССК–ЛБТ.

Конструктивная схема бурильных труб ССК–ЛБТ показана на рис. 2.

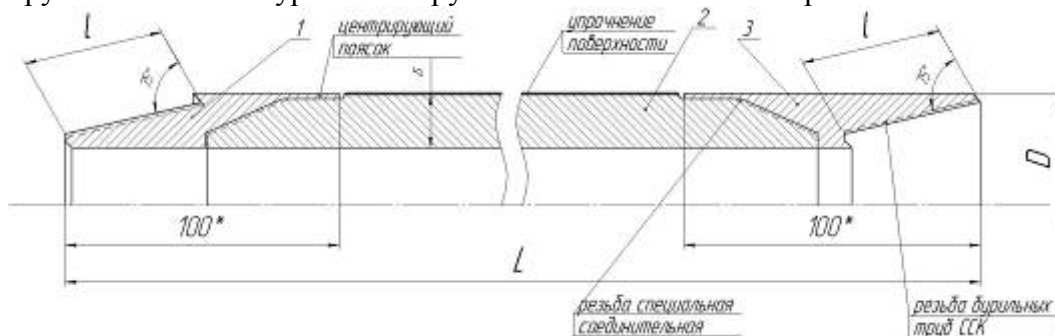


Рис. 2 Конструктивная схема бурильной трубы ССК-ЛБТ
1 – ниппель (ст. 38ХНМ, ст. группы прочности E); 2 – легкосплавная труба (D 16T, 1953T1);
3 – муфта (ст. 38ХНМ, ст. группы прочности E)
Значения D, L, l даны в табл. 2. Помеченные * размеры даны условно

При расчете и конструировании ССК-ЛБТ должны сохраняться:

- области применения комплексов ССК (бурение пород VII – X) категории по буримости);
- фактические максимально возможные диаметры скважин (ССК – 46 - 65 мм; ССК – 59 – 80 мм; ССК – 76 – 90 мм);
- осевые нагрузки на забой (ССК – 46 – 1200 даН, ССК – 59 – 1700 даН, ССК – 76 – 2200 даН);
- давление промывочной жидкости – до 100 кгс/см²;
- искривление ствола скважины не должно превышать на 1 м ствола (ССК – 46 - 17'; ССК – 59 – 15'; ССК – 76 – 11').

С учетом того, что диаметры бурильных труб, приведенные в ГОСТ «Трубы бурильные геологоразведочные, типы и основные параметры», не регламентируются [3], толщины их при расчете прочностных характеристик могут быть выбраны произвольно. В нашем случае значение δ , рис. 2 не должно превышать 7 – 8 мм, поскольку в противном случае увеличивается площадь породоразрушающего инструмента, уменьшается диаметр керна, снижается возможность эффективного бурения пород высоких категорий по буримости и требуется изменение геометрических размеров съемного керноприемника.

Таким образом, как показывают предварительные расчеты, применение ЛБТ в комплексах ССК, обеспечит приведенные ранее преимущества и прежде всего увеличит глубину бурения скважин не менее чем в 1,5 раза, сократит затраты времени на спускоподъемные операции на 18 – 35% при одновременном кратном снижении энергетических затрат.

Литература

1. Файн Г.М., Штамбург В.Ф., Данелянц С.М. Нефтяные трубы из легких сплавов. – М.: Недра, 1990. – 221 с.
2. Методы, технология и организация буровых работ с использованием съемного инструмента/ В.П. Онищин и др. – Л.: Недра, 1990. – 268 с.
3. Справочник по бурению геологоразведочных скважин. – СПб.: ООО «Недра», 2000. – 712 с.

Поступила 09.07.09

УДК 622.24.051

Н. А. Бондаренко, д-р техн. наук, **В. И. Куш**, д-р физ.-мат. наук, **А. О. Казьмин**

Институт сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля НАН Украины, г. Киев

ИЗУЧЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА РАБОТЫ ЭЛЕМЕНТОВ ОСНАЩЕНИЯ БУРОВЫХ ДОЛОТ

The paper subscribes an experimental investigation of a diamond boring insert temperature subject to factors of drilling mode. The paper contains plots of temperature against a pressure, type of formations and velocity.

Как известно, при бурении наблюдается сложный процесс взаимного разрушения бурового долота и породы [1]. При этом поверхность долота изнашивается очень неравномерно. Что в свою очередь, приводит к преждевременному выводу инструмента из эксплуатации. Подконтрольными факторами этого процесса являются параметры режима отработки – нагрузка на долото и скорость вращения. Особый интерес при анализе причин неравномер-